http://www.icn.unal.edu.co/ Caldasia 34(2):367-384. 2012

COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ENSAMBLAJES DE CRUSTÁCEOS GALATEOIDEOS (DECAPODA: ANOMURA) PRESENTES EN AGUAS COLOMBIANAS

Composition and distribution of galatheoid crustaceans (Decapoda: Anomura) present in Colombian waters

GABRIEL RODOLFO NAVAS SUÁREZ
ADRIANA BERMÚDEZ TOBÓN
Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Cartagena, Sede Piedra de Bolívar, Avenida del Consulado, Cartagena de Indias DT y C, Colombia. gnavass@unicartagena.edu.co: Autor correspondencia. *abermudezt@unicartagena.edu.co*

CATALINA ÁNGEL-YUNDA
Maestria en Ciencias Ambientales, Universidad de Wageningen, Wageningen, Holanda, catalina.angel@wur.nl.

NÉSTOR HERNANDO CAMPOS CAMPOS
Centro de Estudios en Ciencias del Mar, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, Invemar, Cerro de Punta de Betín, Santa Marta, Colombia. nhcamposc@unal.edu.co

RESUMEN

La caracterización de la megafauna de la plataforma y talud superior del Caribe y parte norte del Pacífico colombianos, realizada por diferentes exploraciones entre 1998 y 2009, confirma la riqueza específica, abundancia e importancia ecológica de las familias de galateoideos (Munididae y Munidopsidae). Sus especies forman conglomerados que en las partes más someras parecen estar condicionados por la presencia de hábitats particulares como formaciones coralinas de profundidad, a profundidades intermedias por las variaciones más importantes en las características de las masas de agua, y a mayores profundidades por características biológicas de las especies, que les permiten adaptarse a la heterogeneidad ecológica de la costa hasta los 500 m de profundidad. No se observó una relación clara entre la formación de conglomerados de estaciones y la sectorización por ecorregiones propuesta para el mar Caribe colombiano.

Palabras clave. Munididae, Munidopsidae, ensamblajes, Colombia, Caribe, Pacífico.

ABSTRACT

Studies conducted between 1998 and 2009 on the megafauna of the continental shelf and upper slope of the Colombian Caribbean Region and northern area of Pacific coast of Colombia shows the high species richness, abundance and ecological importance of Galatheid families (Munididae and Munidopsidae). Species of this family form assemblages that in shallow waters seem to be conditioned by the presence of particular habitats such as deep-sea corals, at intermediate depths by the

characteristics of water masses, and at deeper waters by biological characteristics of the species, which allow them to adapt to the ecological heterogeneity that exists down to 500 m depth. A clear relationship between the assemblages and the proposed Colombian Caribbean ecoregion zoning were not observed.

Key words. Munididae, Munidopsidae, assemblages, Colombia, Caribbean region, Pacific region.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se realizó un notable avance en el conocimiento de la megafauna (organismos con tamaños superiores a 20 mm) del Caribe y Pacífico colombianos gracias a las exploraciones de la plataforma y el talud superior llevadas a cabo por las expediciones *CIOH-INVEMAR-SMITHSONIAN* (1995) entre 60 y 150 m de profundidad desde las Islas del Rosario al golfo de Urabá, *Macrofauna I* (1999) y *Macrofauna II* (2001), entre 20 y 500 m, e *INVEMAR-ANH EXPLORACIÓN I* y *II* (2008 y 2009) hasta 900 m de profundidad a lo largo del Caribe colombiano y para el Pacífico frente a las ecorregiones Pacífico Norte y Baudó entre 20 y 500 m por la expedición *Macrofauna III* (2002).

En las capturas obtenidas en dichas expediciones abundaron peces, moluscos, crustáceos, equinodermos y cnidarios. Uno de los grupos más importantes, en términos de riqueza y abundancia, fue el de los crustáceos decápodos, y dentro de ellos los más sobresalientes, luego de los camarones penéideos, fueron las langostillas de las familias Munididae Ahyong *et al*. 2010 y Munidopsidae Ahyong *et al*. 2010.

Los galateoideos son excepcionalmente diversos; los géneros más ricos en especies a nivel mundial son *Munida* Leach, 1820, con 243, *Munidopsis* Whiteaves, 1874, con 224 y *Galathea* Fabricius, 1793, con 70 (Baba *et al.* 2008). La mayoría de las especies de *Munida* habitan la plataforma y parte superior del talud, mientras que las de *Munidopsis* están presentes principalmente, en taludes y planos abisales. En el océano Pacífico se distribuyen exclusivamente 17 géneros de galateideos, en contraste, sólo un género está presente exclusivamente en el océano Atlántico (*Anomoeomunida* Baba, 1993), y uno en el océano Índico (*Nanogalathea* Tirmizi y Javed, 1980).

Los galateoideos presentan una distribución geográfica y batimétrica amplia, desde la superficie hasta más de 5000 m de profundidad (Baba *et al.* 2008). Son componentes importantes de las redes tróficas de las plataformas y taludes, y en ciertas regiones, algunas especies son utilizadas a nivel comercial (Campos *et al.* 2005). En cuanto a aspectos biológicos y de distribución se pueden mencionar, entre otros, los trabajos de Tapella *et al.* (2002), Romero *et al.* (2004) y Samadi *et al.* (2006).

La riqueza específica, la abundancia y el amplio ámbito batimétrico y geográfico de los individuos de las familias Munididae Ahyong *et al*., 2010 y Munidopsidae Ahyong *et al*., 2010 recolectados en las expediciones *Macrofauna I*, *II* y *III*, los hacen apropiados para aproximarse a la respuesta de preguntas tales como: ¿Existen conglomerados discretos de especies de crustáceos decápodos en la plataforma y el talud del Caribe y Pacífico colombianos?, ¿Con qué variables oceanográficas y sedimentológicas están relacionados?, ¿Existe una influencia, y hasta qué profundidad, de las características costeras que definen las ecorregiones en que se han sectorizado el Caribe y Pacífico colombianos?

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 160 arrastres en 80 estaciones entre 20 y 500 m de profundidad, en las expediciones *Macrofauna I* y *II* a lo largo del mar Caribe colombiano a bordo del *B/I Ancón* y 40 arrastres en 20 estaciones, entre 20 y 500 m de profundidad en la expedición *Macrofauna III* en la parte norte del océano Pacífico colombiano a bordo del *ARC Malpelo* (Tabla 1).

Los organismos fueron recolectados por medio de una red de arrastre demersal, de cuatro tapas tipo "semi-ballon", con dos compuertas metálicas tipo "V" (91 cm x 63 cm) y red de 9 m de boca. En cada estación se realizaron dos arrastres (uno de ida y uno de vuelta) de 10 min de duración, a una velocidad de 5.6 km/h. Todos los galatéideos fueron separados por morfoespecie, sexados y contados.

Tabla 1. Coordenadas y profundidad de las estaciones de muestreo en el mar Caribe y Pacífico colombiano. Est: Consecutivo de la estación; Lat.: Latitud; Long: Longitud; Prof: Profundidad en metros.

Est.	Campaña	Lat. (N)	Long. (O)	Prof. (m)	Est.	Campaña	Lat. (N)	Long. (O)	Prof. (m)
CARIBE									
1	Macrofauna II	10,08	-75,95	150	27	Macrofauna I	11,25	-74,65	466
2	Macrofauna II	9,75	-76,26	280	28	Macrofauna I	11,12	-75,14	490
3	Macrofauna II	9,78	-76,30	500	29	Macrofauna I	11,13	-75,24	480
4	Macrofauna I	10,15	-76,01	296	30	Macrofauna II	11,43	-73,46	153
5	Macrofauna I	9,95	-76,17	284	31	Macrofauna II	11,38	-73,74	300
6	Macrofauna I	9,75	-76,26	269	32	Macrofauna I	11,48	-73,40	308
7	Macrofauna I	10,17	-76,03	461	33	Macrofauna I	11,44	-73,53	304
8	Macrofauna I	9,88	-76,24	520	34	Macrofauna I	11,37	-73,76	296
9	Macrofauna I	9,82	-76,27	520	35	Macrofauna I	11,49	-73,45	476
10	Macrofauna II	12,51	-71,76	150	36	Macrofauna I	11,45	-73,70	500
11	Macrofauna I	12,57	-71,85	300	37	Macrofauna I	11,46	-73,87	492
12	Macrofauna I	12,39	-72,27	304	38	Macrofauna II	11,40	-73,47	71
13	Macrofauna I	12,25	-72,55	308	39	Macrofauna I	9,46	-76,43	286
14	Macrofauna II	12,53	-72,20	496	40	Macrofauna I	9,27	-76,48	288
15	Macrofauna I	12,53	-72,13	452	41	Macrofauna I	9,04	-76,62	303
16	Macrofauna I	12,49	-72,26	450	42	Macrofauna I	9,50	-76,45	498
17	Macrofauna I	12,32	-72,71	460	43	Macrofauna I	9,30	-76,49	498
18	Macrofauna II	12,49	-71,73	73	44	Macrofauna I	9,08	-76,63	510
19	Macrofauna II	11,10	-74,89	148	45	Macrofauna I	11,39	-74,21	208
20	Macrofauna I	11,16	-74,65	208	46	Macrofauna I	11,41	-74,16	296
21	Macrofauna II	10,52	-75,62	309	47	Macrofauna I	11,41	-74,20	292
22	Macrofauna I	11,20	-74,29	282	48	Macrofauna I	11,43	-74,21	448
23	Macrofauna I	11,09	-75,26	318	49	Macrofauna I	11,44	-74,03	500
24	Macrofauna I	10,47	-75,71	280	50	Macrofauna I	11,42	-74,24	504
25	Macrofauna I	11,23	-74,66	404	51	Macrofauna I	11,33	-74,28	492
26	Macrofauna II	10,53	-75,65	487					
PACÍFICO									
Est.	Campaña	Lat. (N)	Long. (O)	Prof. (m)	Est.	Campaña	Lat. (N)	Long. (O)	Prof. (m)
52	Macrofauna III	6,96	-77,8	159	58	Macrofauna III	4,98	-77,5	118
53	Macrofauna III	6,89	-77,8	317	59	Macrofauna III	5	-77,6	291
54	Macrofauna III	6,54	-77,4	77	60	Macrofauna III	4,99	-77,6	474
55	Macrofauna III	6,56	-77,4	149	61	Macrofauna III	4,82	-77,5	123
56	Macrofauna III	6,55	-77,6	286	62	Macrofauna III	4,77	-77,5	300
57	Macrofauna III	5,86	-77,3	289	63	Macrofauna III	4,79	-77,5	466

Para determinar la presencia de ensamblajes discretos de especies de galatéideos en aguas colombianas, se estudió la asociación entre estaciones con base en los datos de presencia y abundancia de las especies de la familia (número de individuos en 20 min de arrastre) colectadas en las expediciones *Macrofauna I*, *II* y *III*. Con el fin de establecer la transformación más apropiada, para encontrar un equilibrio entre la influencia sobre los resultados de las especies más y menos abundantes, se aplicó la prueba de Taylor (Taylor *et al*. 1980), determinándose como más apropiada la transformación de las abundancias mediante raíz cuarta. Los análisis multivariados, y la relación de sus resultados con las variables oceanográficas, fueron realizados con herramientas del programa Primer para Windows versión 6.1.7 (Clarke y Warwick 2001, disponible para adquisición en http://www.primer-e.com/).

La matriz de similitud entre las estaciones, tanto del Caribe como del Pacífico, fue calculada con base en las especies presentes y sus abundancias transformadas, empleando la versión del índice de similitud de Bray-Curtis (Yoshioka 2008) incorporada en Primer. La matriz fue empleada inicialmente, para realizar un escalamiento multidimensional no métrico, con 100 reinicios y posteriormente una clasificación empleando la estrategia de unión promedio; la significancia de los grupos encontrados en el dendrograma ($p<5\%$) fue evaluada mediante la rutina Simprof (1000 permutaciones).

En las expediciones *Macrofauna* no fue posible obtener información oceanográfica por falta de los equipos necesarios. Sin embargo en la expedición *INVEMAR ANH Exploración I*, a bordo del *B/I Ancón* en 2008, sí se sondeó la columna de agua en 16 estaciones, desde la superficie hasta máximo 900 m de profundidad, a lo largo del Caribe colombiano en cuatro cruceros oceanográficos. La información adquirida por estos cruceros, fue empleada para discutir la estructura y distribución de los conglomerados de estaciones de arrastre identificados, al emplear los valores de las variables oceanográficas obtenidos en las estaciones más cercanas, asumiendo que a las profundidades en que se realizaron las capturas no se presentan fuertes variaciones anuales ni interanuales en las características de las masas de agua. Las variables oceanográficas fueron medidas mediante una sonda multiparámetros CTDO (General Oceanics Ocean Seven 316plus-CTD). De esta manera fueron evaluadas la temperatura (°C), salinidad, saturación de oxigeno (%), clorofila a (µg/l) medida a partir de fluorescencia, y pH. En cada estación se bajó la CTDO registrando los valores de las variables cada 0.5 decibares (db) de presión, hasta aproximadamente 50 m antes de llegar al fondo marino. Al inicio de la medición de los datos, la CTDO se sumergió por 10 min con el fin de aclimatar los sensores. Los datos obtenidos fueron tratados con un filtro de alta frecuencia que suavizó las señales de ruido y finalmente se interpolaron los valores para obtener columnas con valores cada metro.

En cuanto a la parte sedimentológica, los valores de tamaño de grano y porcentaje de carbonato de calcio estimados, para las estaciones de las exploraciones *Macrofauna I y II*, se obtuvieron por interpolación del mapa de facies sedimentarias del Caribe colombiano realizado por el CIOH (1990). La distancia entre estaciones, fue estimada con respecto a la estación más nororiental de los muestreos, mediante el programa Global Mapper versión 9 (Global Mapper Software LLC 2007, disponible para adquisición en http://www.globalmapper.com/). Las ecorregiones y paisajes asignados a cada estación, con base en su posición geográfica, fueron los establecidos con base en el Mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros de Colombia (IDEAM *et al*. 2007).

Para determinar las variables que mejor pueden explicar los conglomerados de estaciones obtenidos, se realizó el procedimiento Bio-Env en Primer. Se utilizaron la profundidad (m), distancia entre estaciones (km), temperatura (°C), salinidad, porcentaje de saturación de oxígeno, clorofila (μg/l), tamaño promedio de grano del sedimento (μm) y porcentaje de carbonato de calcio. Se asumió que estas variables, aunque correlacionadas entre si, influenciaban de manera diferente a las especies estudiadas. Un gráfico de dispersión de puntos (Draftman-plot, Clarke y Gorley 2006) y la matriz de correlación entre todos los pares de variables fueron empleados para determinar las variables autocorrelacionadas y las que deberían ser transformadas, para lo cual se empleó la raíz cuarta. El Bio-Env presenta como resultado, una serie de coeficientes de correlación; el coeficiente máximo obtenido de todas las posibles combinaciones de las variables, indica la combinación que mejor explica el patrón obtenido en las ordenaciones y clasificaciones (Clarke y Gorley 2006). Los datos de las variables fueron normalizados y la similitud fue calculada mediante la distancia euclidiana; la correlación fue obtenida a través del método de correlación de rangos de Spearman con 999 permutaciones y la significancia fue determinada usando el test de significancia global. Finalmente se utilizó el procedimiento de enlazamiento de árboles y prueba de similitud, Linktree + Simprof (1000 permutaciones y 999 simulaciones) de Primer, empleando un subgrupo de las variables identificadas en el Bio-Env, para determinar cuáles de ellas presentaban diferencias significativas (>5%) en los conglomerados formados.

Debido a la poca cantidad de estaciones muestreadas y de especies colectadas en el Pacífico colombiano, y a la ausencia de datos oceanográficos, solamente se realizó una descripción de las capturas, complementada con información de abundancias, ecorregiones, profundidades y paisajes para las estaciones donde fueron capturados.

RESULTADOS

Descripción general del material estudiado

Para el mar Caribe colombiano, en 51 estaciones y en un ámbito batimétrico entre 71 y 520 m de profundidad, se colectaron en total 2140 ejemplares de 18 especies de las familias Munididae y Munidopsidae, agrupadas en tres géneros, *Munida* (*M. constricta*, *M. evermanni*, *M. flinti*, *M. forceps*, *M. irrasa*, *M. pusilla*, *M. stimpsoni* y *M. valida*), *Munidopsis* (*M. alaminos*, *M. bradleyi*, *M. brevimana*, *M. erinacea*, *M longimanus*, *M. platirostris*, *M. polita*, *M. ramahtaylorae* y *M. riveroi*) y *Agononida* (*A. longipes*). Para la parte norte del Pacífico colombiano en 12 estaciones y en un ámbito batimétrico entre 77 y 474 m de profundidad, se colectaron en total 1107 ejemplares de seis especies de las dos familias, agrupadas en tres géneros, *Munida* (*M. gracilipes*, *M. mexicana*, *M. obesa* y *M. refulgens*), *Munidopsis* (*M. agassizii*) y *Pleuroncodes* (*P. monodon*). El género más rico fue *Munida* con 12 especies y 1725 ejemplares, seguido por *Munidopsis* con diez especies y 403 ejemplares. *Agononida longipes* fue la especie más abundante con 1117 individuos, mientras que de *Pleuroncodes monodon*, cuyos juveniles son planctónicos, solamente se colectaron dos individuos.

En el Caribe colombiano fueron recolectados especímenes en las ecozonas Talud Caribaná y Plataforma Continental del Caribe, en siete paisajes, en las ecorregiones Guajira, Palomino, Tayrona, Magdalena, Archipiélagos Coralinos y Darién, y frente a ellas en la ecoregión Caribe Oceánico; para efectos de este trabajo, estos últimos fueron considerados como pertenecientes a la ecorregión frente a la cual fueron recolectados. La espe-

cie más abundante fue *Agononida longipes,* de la cual se capturaron más de 1000 individuos en 38 de las 51 estaciones; la siguieron en abundancia: *Munidopsis riveroi* con 293 individuos en 27 estaciones, *M. stimpsoni* con 158 individuos en 14 estaciones y *Munida flinti* con 272 individuos en seis estaciones; las tres primeras presentes en todas las ecorregiones (Tabla 2). Palomino, Magdalena y Archipiélagos Coralinos presentaron la mayor riqueza, mientras que Guajira y Palomino presentaron la mayor abundancia por estación. Darién fue la ecorregión de menor riqueza y abundancia.

En la parte norte del Pacífico colombiano se recolectaron ejemplares en las ecozonas Océano Pacífico Tropical y Talud Baudó en ocho paisajes, en y frente a las ecorregiones Pacífico Norte y Baudó. El género *Munida* fue el más rico con cuatro especies, siendo las más abundantes *M. gracilipes* con 665 ejemplares, *M. obesa* con 366 y *M. refulgens* con 53. Sólo se colectó una especie de *Munidopsis* (*M. agasizzi*) y una de *Pleuroncodes* (*P. monodon*). La riqueza fue menor que en el Caribe colombiano, mientras que la abundancia por estación fue mucho mayor.

Análisis de ordenación y clasificación de estaciones del mar Caribe colombiano

Se realizó únicamente con las estaciones del Caribe debido a las pocas estaciones muestreadas en el Pacífico y a la ausencia de especies comunes a ambos cuerpos de agua. La superposición de la clasificación de las estaciones y su ordenación permitieron postular la formación de cuatro conglomerados de estaciones, tres conformados por dos, una y cuatro estaciones, y un cuarto grupo con 44 estaciones. Con el fin de observar de manera más concreta las relaciones entre las estaciones de este último grupo, fue sometido nuevamente a clasificación (Figura 1A) y ordenación (Figura 1B). Teniendo en cuenta los atributos biológicos de las especies, se asumió que este último conglomerado estaba conformado por cuatro grupos con una similitud del 43%, relacionados principalmente

Tabla 2. Abundancia total y porcentaje del total de individuos de cada especie capturados en cada conglomerado de estaciones**.**

Grupos / Especie	I		II		III		IV		V		VI		VII		TOTAL
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	
Munidopsis brevimana	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	27.8	12	66.7	1	5.6	0	0.0	18
Munida stimpsoni	0	0.0	0	0.0	0	0.0	146	92.4	12	7.6	0	0.0	0	0.0	158
Munida forceps	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.9	102	87.9	4	3.4	9	7.7	116
Agononida longipes	0	0.0	0	0.0	0	0.0	78	7.0	109	90.3	10	0.9	20	1.8	1117
Munidopsis riveroi	0	0.0	0	0.0	0	0.0	14	4.8	21	7.2	18	6.1	240	81.9	293
Munidopsis longimanus	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	36.4	0	0.0	7	63.6	11
Munidopsis erinacea	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	3.6	2	7.1	1	3.6	24	85.7	28
Munida valida	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	13.3	0	0.0	13	86.7	15
Munidopsis alaminos	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	50.0	0	0.0	2	50.0	4
Munidopsis polita	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	41.7	2	16.7	5	41.7	12
Munidopsis bradleyi	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	33.3	0	0.0	2	66.7	3
Munida constricta	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	1
Munidopsis ramahtaylorae	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	17	100.0	0	0.0	17
Munida evermanni	0	0.0	0	0.0	58	95.1	3	4.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	61
Munida flinti	0	0.0	0	0.0	252	92.6	18	6.6	2	0.7	0	0.0	0	0.0	272
Munida irrasa	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
Munidopsis platirostris	0	0.0	1	50.0	0	0.0	0	0.0	1	50.0	0	0.0	0	0.0	2
Munida pusilla	11	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	11

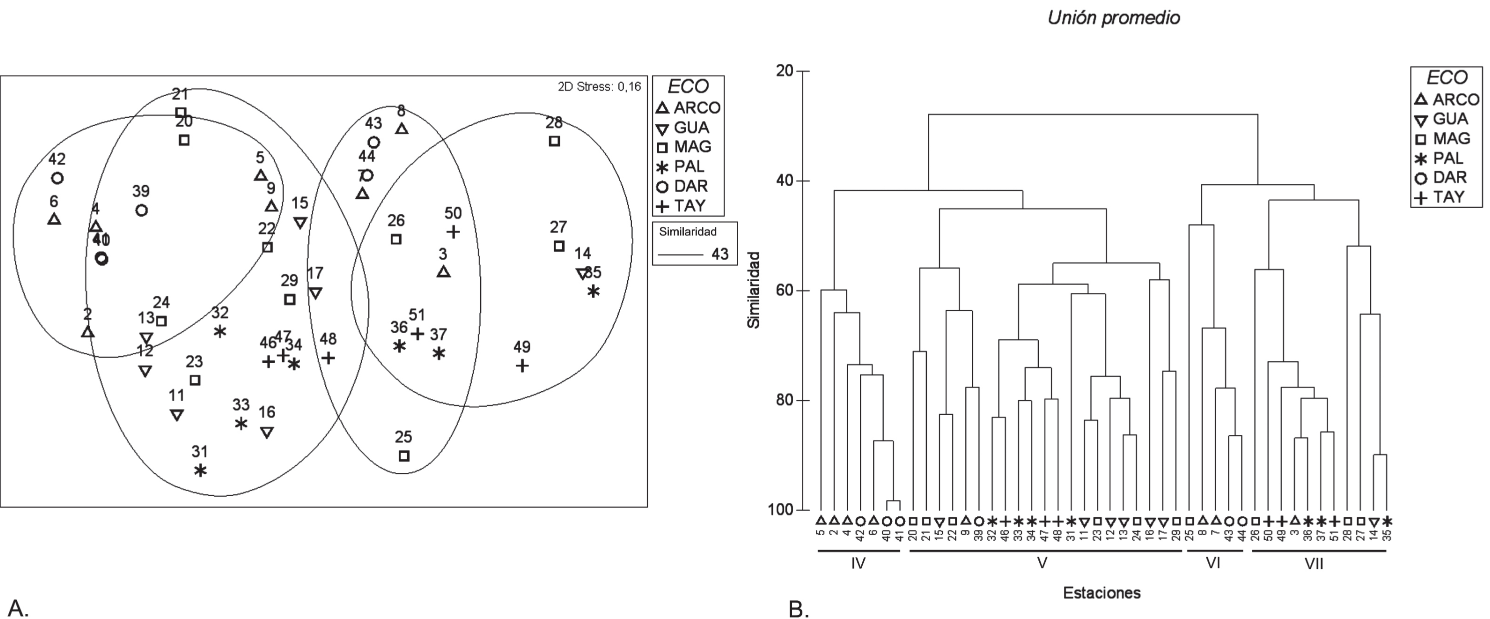


Figura 1. A. Ordenación NMDS y **B**. Clasificación del conglomerado de 44 estaciones del Caribe colombiano (abundancia de las especies en 20 min de arrastre transformada mediante raíz cuarta; unión promedio). Se muestran los cuatro grupos establecidos a partir de un 43% de similaridad e indica la ecorregión a la que pertenecen cada una de las estaciones. Convenciones para las ecorregiones: GUA: Guajira; PAL: Palomino; TAY: Tayrona; ARCO: Archipiélagos Coralinos; MAG: Magdalena y DAR: Darién.

con las ecorregiones (zona norte: Palomino, Guajira y Tayrona, y zona sur: Magdalena, Darién y Archipiélagos Coralinos), y la profundidad.

Los siete conglomerados de especies, tres de la primera clasificación y los cuatro de la segunda, se conformaron (Figura 2) y distribuyeron (Figura 3) de la siguiente manera:

Conglomerado I Incluye las estaciones **18** y **38**, las cuales son las más someras (72 y 71 m respectivamente), ubicadas al norte del Caribe colombiano en las ecorregiones Guajira (Punta Gallinas) y Palomino (Dibulla), donde se capturaron el 100% de los ejemplares de *Munida pusilla* (Figura 3)

Conglomerado II Separa la estación **45** a los 208 m de profundidad aproximadamente, en la cual se colectó tan solo un ejemplar de *Munidopsis platirostris* (50%, Tabla 2) frente a la ecorregión Tayrona (Figura 3).

Conglomerado III Agrupa las estaciones **1**, **30**, **10** y **19** que son las únicas estaciones con profundidades cercanas a los 150 m, en Archipiélagos Coralinos, Palomino, Darién y Magdalena. En todas se capturaron ejemplares de las especies *Munida evermanni* y *M. flinti*, incluyendo el 95% y el 93% de los especímenes capturados de ambas especies respectivamente (Tabla 2 y Figura 3).

Conglomerado IV Estaciones en las ecorregiones ubicadas al sur del Caribe colombiano (**2**, **4**, **5**, **6**, **40**, **41** y **42**); Archipiélagos Coralinos y Darién a 300 m de profundidad aproximadamente, a excepción de la estación 42 (ecorregión Darién a 498 m). Las especies presentes en este grupo fueron *Munida stimpsoni* (92% de los especímenes capturados), *Munidopsis brevimana* (28%), *Agononida longipes* (7%), *Munida flinti* (7%), *M. evermanni* (5%), *Munidopsis riveroi* (5%), *M. erinacea* (4%) y *Munida forceps* (1%).

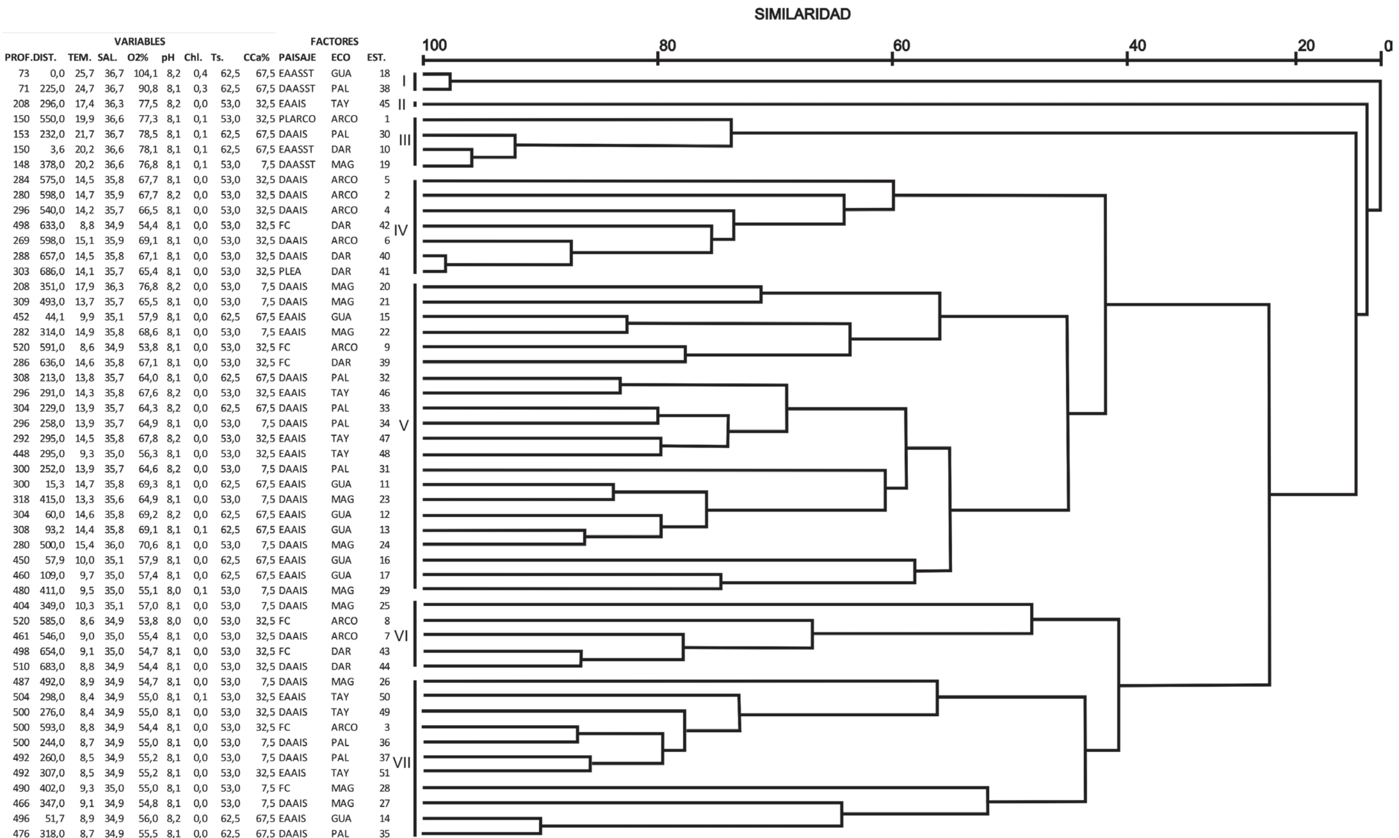
Conglomerado V Estaciones con profundidades medias y mayores (entre 208 y 520 m) a lo largo del Caribe, en las ecorregiones Guajira, Tayrona, Magdalena, Archipiélagos Coralinos y Darién (Figura 1). Este grupo presenta a *Munida irrasa* (100% de los especímenes capturados), la mayoría de *Agononida longipes* (90%), *Munida forceps* (88%), *Munidopsis brevimana* (67%), *M. alaminos* (50%), *M. platirostris* (50%), y además a *M. polita* (42%), *M. longimanus* (36%), *M. bradleyi* (33%), *Munida valida* (13%), *M. stimpsoni* (8%), *Munidopsis riveroi* (7%), *M. erinacea* (7%) y *Munida flinti* (1%).

Conglomerado VI Estaciones ubicadas al sur del Caribe, en las ecorregiones Magdalena, Archipiélagos Coralinos y Darién, a profundidades mayores, desde 404 hasta 520 m (**7**, **8**, **25**, **43** y **44**). Se presentaron con el 100% de los especímenes capturados *Munida constricta* y *Munidopsis ramahtaylorae, M. polita* (17%), *M. brevimana* (6%), *M. riveroi* (6%), *M. erinacea* (4%), *Munida forceps* (3%) y *Agononida longipes* (1%).

Conglomerado VII Estaciones a lo largo del Caribe, frente a las ecorregiones Guajira, Palomino, Tayrona, Magdalena y Archipiélagos Coralinos a profundidades entre los 466 y 504 m (Figura 1). Se presentaron en este grupo las especies *Munida valida* (87%), *Munidopsis erinacea* (86%), *M. riveroi* (82%), *M. bradleyi* (67%), *M. longimanus* (64%), *M. alaminos* (50%), *M. polita* (42%), *Munida forceps* (8%) y *Agononida longipes* (2%).

Agrupaciones en las masas de agua

En la figura 4 se muestran los perfiles de temperatura salinidad, porcentaje de saturación de oxígeno, pH y clorofila para una estación en la parte norte (Guajira) y una de la parte sur (Archipiélagos Coralinos). Así mismo se incluyen las masas de agua conocidas para el Caribe colombiano.



VARIABLES									FACTORES		
PROF.	DIST.	TEM.	SAL.	O2%	pH	Chl.	Ts.	CCa%	PAISAJE	ECO	EST.
73	0,0	25,7	36,7	104,1	8,2	0,4	62,5	67,5	EAASST	GUA	18
71	225,0	24,7	36,7	90,8	8,1	0,3	62,5	67,5	DAASST	PAL	38
208	296,0	17,4	36,3	77,5	8,2	0,0	53,0	32,5	EAAIS	TAY	45
150	550,0	19,9	36,6	77,3	8,1	0,1	53,0	32,5	PLARCO	ARCO	1
153	232,0	21,7	36,7	78,5	8,1	0,1	62,5	67,5	DAAIS	PAL	30
150	3,6	20,2	36,6	78,1	8,1	0,1	62,5	67,5	EAASST	DAR	10
148	378,0	20,2	36,6	76,8	8,1	0,1	53,0	7,5	DAASST	MAG	19
284	575,0	14,5	35,8	67,7	8,1	0,0	53,0	32,5	DAAIS	ARCO	5
280	598,0	14,7	35,9	67,7	8,2	0,0	53,0	32,5	DAAIS	ARCO	2
296	540,0	14,2	35,7	66,5	8,1	0,0	53,0	32,5	DAAIS	ARCO	4
498	633,0	8,8	34,9	54,4	8,1	0,0	53,0	32,5	FC	DAR	42
269	598,0	15,1	35,9	69,1	8,1	0,0	53,0	32,5	DAAIS	ARCO	6
288	657,0	14,5	35,8	67,1	8,1	0,0	53,0	32,5	DAAIS	DAR	40
303	686,0	14,1	35,7	65,4	8,1	0,0	53,0	32,5	PLEA	DAR	41
208	351,0	17,9	36,3	76,8	8,2	0,0	53,0	7,5	DAAIS	MAG	20
309	493,0	13,7	35,7	65,5	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	MAG	21
452	44,1	9,9	35,1	57,9	8,1	0,0	62,5	67,5	EAAIS	GUA	15
282	314,0	14,9	35,8	68,6	8,1	0,0	53,0	7,5	EAAIS	MAG	22
520	591,0	8,6	34,9	53,8	8,1	0,0	53,0	32,5	FC	ARCO	9
286	636,0	14,6	35,8	67,1	8,1	0,0	53,0	32,5	FC	DAR	39
308	213,0	13,8	35,7	64,0	8,1	0,0	62,5	67,5	DAAIS	PAL	32
296	291,0	14,3	35,8	67,6	8,2	0,0	53,0	32,5	EAAIS	TAY	46
304	229,0	13,9	35,7	64,3	8,2	0,0	62,5	67,5	DAAIS	PAL	33
296	258,0	13,9	35,7	64,9	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	PAL	34
292	295,0	14,5	35,8	67,8	8,2	0,0	53,0	32,5	EAAIS	TAY	47
448	295,0	9,3	35,0	56,3	8,1	0,0	53,0	32,5	EAAIS	TAY	48
300	252,0	13,9	35,7	64,6	8,2	0,0	53,0	7,5	DAAIS	PAL	31
300	15,3	14,7	35,8	69,3	8,1	0,0	62,5	67,5	EAAIS	GUA	11
318	415,0	13,3	35,6	64,9	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	MAG	23
304	60,0	14,6	35,8	69,2	8,2	0,0	62,5	67,5	EAAIS	GUA	12
308	93,2	14,4	35,8	69,1	8,1	0,1	62,5	67,5	EAAIS	GUA	13
280	500,0	15,4	36,0	70,6	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	MAG	24
450	57,9	10,0	35,1	57,9	8,1	0,0	62,5	67,5	EAAIS	GUA	16
460	109,0	9,7	35,0	57,4	8,1	0,0	62,5	67,5	EAAIS	GUA	17
480	411,0	9,5	35,0	55,1	8,0	0,1	53,0	7,5	DAAIS	MAG	29
404	349,0	10,3	35,1	57,0	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	MAG	25
520	585,0	8,6	34,9	53,8	8,0	0,0	53,0	32,5	FC	ARCO	8
461	546,0	9,0	35,0	55,4	8,1	0,0	53,0	32,5	DAAIS	ARCO	7
498	654,0	9,1	35,0	54,7	8,1	0,0	53,0	32,5	FC	DAR	43
510	683,0	8,8	34,9	54,4	8,1	0,0	53,0	32,5	DAAIS	DAR	44
487	492,0	8,9	34,9	54,7	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	MAG	26
504	298,0	8,4	34,9	55,0	8,1	0,1	53,0	32,5	EAAIS	TAY	50
500	276,0	8,4	34,9	55,0	8,1	0,0	53,0	32,5	DAAIS	TAY	49
500	593,0	8,8	34,9	54,4	8,1	0,0	53,0	32,5	FC	ARCO	3
500	244,0	8,7	34,9	55,0	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	PAL	36
492	260,0	8,5	34,9	55,2	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	PAL	37
492	307,0	8,5	34,9	55,2	8,1	0,0	53,0	32,5	EAAIS	TAY	51
490	402,0	9,3	35,0	55,0	8,1	0,0	53,0	7,5	FC	MAG	28
466	347,0	9,1	34,9	54,8	8,1	0,0	53,0	7,5	DAAIS	MAG	27
496	51,7	8,9	34,9	56,0	8,2	0,0	62,5	67,5	EAAIS	GUA	14
476	318,0	8,7	34,9	55,5	8,1	0,0	62,5	67,5	DAAIS	PAL	35

Figura 2. Clasificación de los siete conglomerados de estaciones inferidos para el Caribe colombiano con base en los atributos biológicos de las especies, la profundidad y las ecorregiones; en rojo agrupaciones con significancia menor al 5%. Se incluyen el paisaje, la ecorregión (ECO) y los valores de las variables inferidas: profundidad (m) (Prof), distancia (km) (Dist), temperatura (°C) (Tem), salinidad (Sal), porcentaje de oxígeno disuelto (O2%), pH, clorofila-a (µg/l) (Chl), tamaño promedio de grano del sedimento (µ) (Ts) y porcentaje de carbonato de calcio (%CaCO3) (CCa%) del sedimento para cada una de las estaciones.

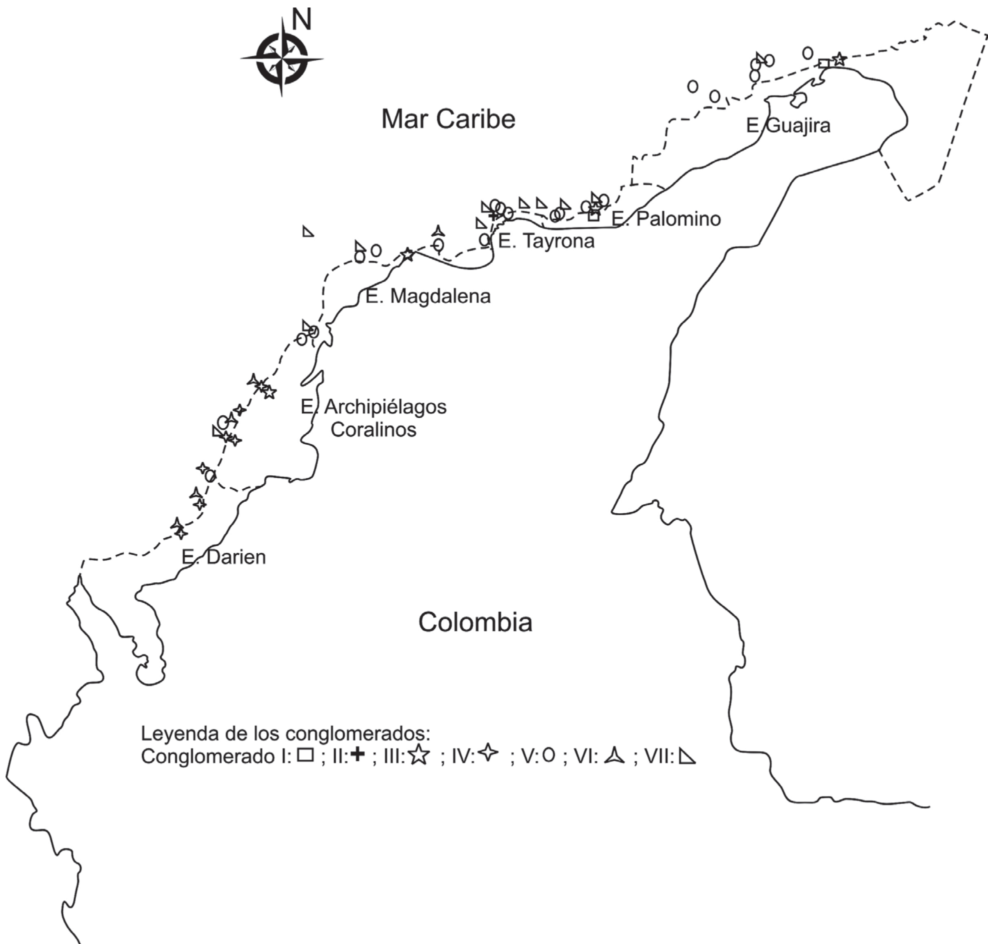


Figura 3. Distribución espacial de los siete conglomerados de estaciones inferidos para el Caribe colombiano.

Al ubicar cada uno de los siete conglomerados sobre las dos columnas de agua, se observa que el conglomerado I al que pertenece la especie de aguas someras *Munida pusilla* está asociado a la masa de Agua Subsuperficial Subtropical (ASS), alrededor de los 70 m de profundidad, en la zona norte del Caribe colombiano; en la cual la temperatura, el contenido de oxígeno y el pH, tienen valores más bajos que los de la zona sur a la misma profundidad, y una mayor cantidad de clorofila. A profundidades no mucho mayores, *Munida evermanni* y *M. flinti* en el conglomerado III, presentan mayor abundancia alrededor de los 150 m, en la misma masa de agua que *M. pusilla*, sin embargo a esta profundidad los valores de las variables no difieren lo suficiente como para limitar su presencia a una sola región del Caribe colombiano.

El resto de conglomerados se ubican a profundidades mayores a los 200 m en el Agua Intermedia Subantártica. El conglomerado II al que pertenece *Munidopsis platirostris* parece estar asociado a las estructuras coralinas de profundidad presentes en la ecoregión Tayrona. Para el conglomerado V las diferencias de las variables ambientales entre los 200 y 500 m, no son suficientes para restringir la distribución de las especies a uno de

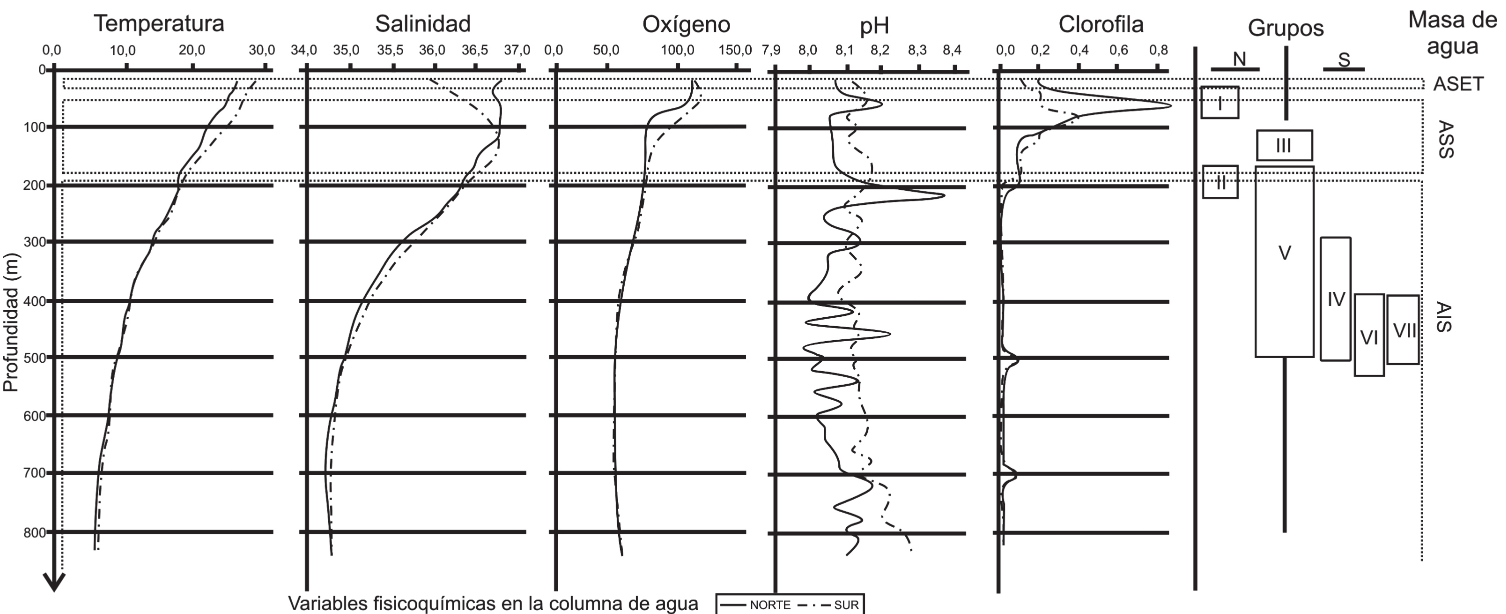


Figura 4. Esquema de la estructura vertical del los siete grupos definidos para las familias Munididae y Munidopsidae en el Caribe colombiano mostrando el comportamiento de cinco variables obtenidas para dos estaciones (norte y sur). En rojo se delimitan las masas de agua presentes en el Caribe; ASET: Agua superficial ecuatorial tropical; y AIS: Agua intermedia subantártica.

los sectores del Caribe colombiano, mientras que para las especies de los conglomerados IV, VI y VII las diferencias son lo suficientemente grandes para restringirlos al sur del Caribe colombiano.

Variables ambientales

De las variables estudiadas, profundidad (m), distancia entre estaciones (km), temperatura (°C), salinidad, porcentaje de saturación de oxígeno, clorofila (µg/l), tamaño promedio de grano del sedimento (µm) y porcentaje de carbonato de calcio, solo fue necesario transformar los valores de clorofila mediante raíz cuarta. La rutina Bio-Env arrojó un coeficiente de correlación global calculado de 0.65 con un nivel de significancia del 0.1%, indicando que las agrupaciones de la matriz biológica estaban relacionadas con las variables de la columna de agua en una medida no muy alta pero significativa. Las variables individuales con una mayor correlación con los conglomerados de especies obtenidos (> 0.4) fueron: Temperatura (0.65), Salinidad (0.61), Saturación de oxígeno (0.59), profundidad (0.58) y clorofila (0.44). Y las combinaciones de variables que mejor explicaron los conglomerados de estaciones obtenidos fueron: Temperatura (0.65), temperatura y salinidad (0.64), profundidad, temperatura, salinidad y clorofila (0.64) y profundidad, temperatura, salinidad saturación de oxígeno y clorofila (0.64). No se detectó evidencia de relación de los conglomerados con el tamaño de grano del sedimento ni con su contenido de carbonato de calcio.

El procedimiento "Linktree" se realizó con las variables temperatura, salinidad, saturación de oxígeno, profundidad y clorofila, obteniéndose tres nodos. El nodo A separa los conglomerados de estaciones I (18, 38) y III (1, 10, 19 y 30) (R=0.85, B%=93.4) por una salinidad mayor a 36.6 (resto de estaciones con salinidades menor a 36.3), una temperatura mayor a 19.9 °C (resto de estaciones <17.9), y una profundidad menor a 153 m (resto de estaciones >208). El nodo B diferencia el conglomerado de estaciones I del III (R=1.00, B%=95.1) por una mayor concentración de clorofila en el conglomerado I (>0.31 µg/l) que en el III (<0.10), mayor porcentaje de saturación de oxígeno (>91, III<79), mayor temperatura (>24.7 °C, III<21,7) y menor profundidad (<73 m, III>148). El nodo C separa la estación 45 (conglomerado II) de las estaciones de los conglomerados IV a VII (R=0.88 y B%=93.3) por una menor saturación de oxígeno (<77 %, III>78).

DISCUSIÓN

Determinación de conglomerados de especies en el Caribe y Pacífico colombianos y su relación con la zonificación establecida para estas áreas

Los ámbitos geográficos y batimétricos conocidos de las especies de galatéideos, son en su mayoría, aproximados debido a que han sido inferidos a partir de ejemplares recolectados en muchos de los casos, mediante redes de arrastre, las cuales durante el proceso de captura incluyen centenares de metros lineales y decenas de metros de profundidad, muestreando incluso diferentes hábitats.

Tanto para el mar Caribe como para el océano Pacífico colombianos, se confirmó la importancia ecológica de las especies de la familia en la plataforma y talud superior (inferida a partir de su riqueza y abundancia), así como el amplio ámbito geográfico y batimétrico de las especies. Los patrones de abundancia encontrados (*Munida*, *Munidopsis* y *Pleuroncodes*), riqueza (*Munidopsis* y *Munida*) y distribución batimétrica (*Pleuroncodes*, *Munida* y *Munidopsis*) coinciden con los reconocidos para las especies y géneros a nivel mundial (Blanco 1995, Melo-Filho 1997, Creasey *et al* 2000, Konishi y Saito 2000, Melo-Filho y Melo 2001b, Baba 2005).

Es clara la elevada abundancia de varias de las especies del género *Munida* de aguas de profundidad media y de *Agononida longipes*, especies que aparentemente habitan los primeros centímetros del fondo sobre sedimentos blandos, lo que las hace más vulnerables a la captura con el tipo de arte de pesca empleado. Estas son especies bentónicas móviles, con un amplio espectro alimenticio y un complejo desarrollo larval con varios estadíos (Gore 1979, Christiansen y Anger 1990, Konishi y Saito 2000).

Los resultados en el Caribe colombiano confirman la tendencia al gregarismo de algunas de las especies de la familia (Melo-Filho 1997, Baba 2005), formando grandes grupos de individuos de diferentes especies en la misma localidad y biotopo (sintopía), sin desarrollar competencia aparente por espacio ni alimento, particularmente en fondos blandos y aguas profundas, en donde existe una mayor estabilidad climática. Para el Caribe colombiano se pueden considerar sintópicas a *Munida evermanni*, *M. flinti*, *M. stimpsoni* y *Agononida longipes,* en aguas entre los 150 y 300 m de profundidad, y a *A. longipes*, *Munida forceps* y *M. stimpsoni* a los 500 m; *M. flinti* ha sido colectada también en grandes abundancias junto con *M. irrasa*, *M. forceps* y *A longipes* en Brasil (Melo-Filho y Melo 2001a). Para la parte norte del Pacífico colombiano se pueden considerar sintópicas *M. gracilipes*, *M. obesa* y *M. refulgens* a 300 m de profundidad.

Las menores abundancias de las *Munidopsis* en los diferentes muestreos, ha sido atribuida a una probable tendencia a vivir en hábitats más restringidos, preferir oquedades o al menos a vivir semienterradas en el sedimento, lo cual parece estar sustentado por la menor longitud de los pereiópodos al compararse con la longitud de los de *Munida* (Mayo 1974, Creasey *et al*. 2000 y Wenner 1982). La menor abundancia de *Munidopsis* también parece ser efecto de su estrategia reproductiva, puesto que las especies del género producen una menor cantidad de huevos, pero de mayor tamaño (Fierro 2004) y por lo tanto probablemente, tienen larvas lecitotróficas de desarrollo larval abreviado (Samuelsen 1972 y Konishi y Saito 2000) produciendo poblaciones menos densas.

Se confirmó la distribución batimétrica propuesta por Pequegnat y Pequegnat (1970) para el Golfo de México, donde las especies se van reemplazando gradualmente pero de manera ampliamente solapada. Con respecto a la distribución espacial, los resultados permiten suponer que las larvas de las diferentes especies alcanzan todas las ecorregiones ya sea provenientes de las poblaciones locales, como de las de otras ecorregiones, transportadas por la dinámica oceanográfica como fue demostrado por Bermúdez *et al*. (2008) para *Munida flinti*, *Agononida longipes* y *Munidopsis riveroi* en el Caribe colombiano, variando su capacidad de asentarse y desarrollarse de acuerdo a las condiciones locales imperantes.

La abundancia por estación, fue mayor en las ecorregiones Guajira y Palomino, en las cuales el fenómeno de surgencia tiene una mayor influencia (Lozano-Duque *et al*. 2010), así mismo, en la ecorregión Palomino es probable que se presente un importante aporte de materia orgánica por aporte de los ríos, lo cual es evidente al observarse grandes cantidades del pasto marino *Thalassia testudinum* Banks y Solander ex König y trozos de madera en diferentes estados de descomposición, en los arrastres, incluso a más de 500 m de profundidad. Los hábitos omnívoros de muchas de las especies de la familia, inferidos a partir de estudios morfológicos de las estructuras digestivas (Garm y Høeg 2000), podrían estar ayudando al aprovechamiento directo o indirecto de esta importante fuente de energía. La irregularidad del fondo marino en la ecoregión Palomino (numerosos cañones submarinos) y la heterogeneidad

en Magdalena (cañones submarinos y bancos de corales de profundidad) y Archipiélagos Coralinos (domos diapíricos y bancos de corales de profundidad), posibilitarían la existencia de una mayor cantidad de hábitats lo que podría explicar la mayor riqueza allí encontrada.

Al igual que sucede con otros grupos (Gray 1997), en la parte norte del Pacífico colombiano la riqueza fue menor que en el Caribe, mientras que la abundancia por estación en algunas de ellas, fue mucho mayor, este es un patrón reconocido para otros grupos de organismos y atribuido al mayor aporte de aguas continentales, las fuertes variaciones estacionales ocasionadas por fenómenos como El Niño o La Niña de ocurrencia periódica (Lemaitre & Álvarez-León 1992, Bernal *et al*. 2006) y la estrecha plataforma continental (Brown & Lomolino 1998, Díaz y Acero, 2003).

Los resultados permiten concluir que los galatéideos forman conglomerados de especies que en las partes más someras parecen ser ocasionados por la presencia de hábitats particulares (como en el caso de *Munidospsis platirostris* en el Tayrona, asociado a bancos de corales de profundidad y trozos coralinos en Magdalena) (Reyes *et al.* 2005), a profundidades intermedias, por las variaciones más importantes en las características de las masas de agua, y a mayores profundidades por características propias de las especies. La separación espacial de la ecoregión Guajira del resto de ecorregiones a 150 m de profundidad, y de la parte sur del Caribe colombiano (Archipiélagos Coralinos y Darién), hasta 500 m de profundidad aproximadamente, indicarían la influencia del régimen oceanográfico hasta esa profundidad.

Para los galateoideos no restringidos a un tipo de hábitat particular, las variaciones en cuanto a los paisajes marinos en los cuales se encuentran, el tipo de sedimento (arena gruesa con o sin conchas, arena fina, lodos y arcillas (Romero *et al.* 2004)), y su contenido de carbonato de calcio, no parecen ser determinantes en su ámbito geográfico.

En este estudio, no se encontraron relaciones entre las distancias geográficas de las estaciones de muestreo y los ensamblajes, sugiriéndose que las características de las masas de agua condicionan de manera importante la estructuración de los ensamblajes, en particular las variables que más varían en relación al gradiente batimétrico, como la temperatura, salinidad, saturación de oxígeno y clorofila.

En galateoideos el efecto de la temperatura se manifiesta en su distribución (León *et al*., 2008) y principalmente durante el desarrollo larval; variaciones de tan solo 5°C en la temperatura inducen cambios morfométricos en las larvas y duración de las larvas en el plancton (Fagetti y Campodonico 1971, Gore 1979, Christiansen y Anger 1990). En decápodos, los cambios en salinidad influyen de manera directa en la biomasa de los huevos, el tiempo de eclosión de las larvas y en el tiempo de duración del período de larva a la fase juvenil. La salinidad determina el desarrollo, el fenotipo, el rendimiento y la supervivencia de los organismos, y de manera indirecta la dinámica poblacional de las especies (Lárez *et al.* 2000, Torres *et al.* 2002, Rivera & Mujica 2004).

En cuanto al oxígeno disuelto, Creasey *et al.* (2000) mencionan que es posible que los límites de distribución de *Munidopsis scobina* y *Munidopsis spinihirsuta* sean regulados por las concentraciones de oxígeno, debido a la poca tolerancia a la hipoxia observada en otros galateideos de los géneros *Munida* y *Galathea* (Wishner *et al.* 1990, Zainal *et al.* 1992), particularmente en las etapas tempranas de vida (Burd & Brinkhurst 1984, Marcus *et al.* 1997). En la zona de surgencia, la mayor concentración de clorofila puede

estar indicando un mayor aporte de material nutritivo particulado que en las zonas de no surgencia, limitando la competencia interespecífica y aumentando las tasas de crecimiento y sobrevivencia.

CONCLUSIONES

1. Se confirmó la importancia ecológica y amplio ámbito geográfico y batimétrico de las especies de las familias Munididae y Munidopsidae de la plataforma y talud superior del mar Caribe y océano Pacífico colombianos.
2. Los patrones de abundancia determinados para las especies de los géneros *Munida*, y *Munidopsis*, de riqueza para *Munidopsis*, *Munida* y *Pleuroncodes* y de distribución batimétrica para *Pleuroncodes*, *Munida* y *Munidopsis* coinciden con los reconocidos para las especies y géneros en otras localidades y en diferentes océanos.
3. Los resultados en el Caribe colombiano corroboran la tendencia al gregarismo de algunas de las especies del género, formando grandes grupos de individuos de diferentes especies en la misma localidad y biotopo (sintopía), sin desarrollar competencia aparente por espacio ni alimento, particularmente en fondos blandos y aguas profundas donde existe una mayor estabilidad climática. Los estudios permiten concluir que los galateoideos forman conglomerados de especies que en las partes más someras parecen estar condicionados por la presencia de hábitats particulares, a profundidades intermedias por las variaciones más importantes en las características de las masas de agua, y a mayores profundidades por características propias de las especies, soportando la influencia de la heterogeneidad de la costas colombianas hasta los 500 m de profundidad pero no relacionada directamente con la sectorización por ecorregiones.

La abundancia por estación fue mayor en las ecorregiones Guajira y Palomino en las cuales el fenómeno de surgencia tiene una mayor influencia, probablemente asociada a un importante aporte de materia orgánica proveniente de diferentes fuentes. La mayor riqueza se encontró en las ecorregiones Palomino, Magdalena y Archipiélagos Coralinos, todas ellas con gran variedad de hábitats disponibles. En la parte norte del Pacífico la riqueza fue menor que en el Caribe colombiano, mientras que la abundancia por estación en algunas de ellas, fue mucho mayor, un patrón reconocido para otros grupos de organismos.

La estructura de los conglomerados de estaciones (riqueza y abundancia de las especies) está claramente relacionada con las variables oceanográficas, en particular las que más varían con el gradiente batimétrico como la temperatura, salinidad, saturación de oxígeno y clorofila. Para los galatéideos no restringidos a un tipo de hábitat particular, las variaciones en cuanto a los paisajes marinos en los cuales se encuentran, el tipo de sedimento y su contenido de carbonato de calcio no parecen ser determinantes. No se encontró una relación entre las distancias geográficas de las estaciones de muestreo y los conglomerados de estaciones, sustentando el importante papel que cumple la dinámica oceanográfica en estos ensamblajes de organismos.

AGRADECIMIENTOS

A los investigadores del Museo de Historia Natural Marina de Colombia, Centro de Estudios en Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Colombia (CECIMAR), Museo Nacional de Ciencias Naturales de España y Museo de Historia Natural del Instituto Smithsoniano. A COLCIENCIAS, el DAAD y al programa SYNTHESYS por el apoyo financiero directo. A Marta Patricia Vides por su apoyo en la interpretación de la ecorregionalización y modelamiento de fondos marinos, y a los revisores anónimos por sus sugerencias para la mejora del manuscrito. Contri-

bución No, 376 del Centro de Estudios en Ciencias del Mar, CECIMAR, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe.

LITERATURA CITADA

Ahyong, S., K. Baba, E. Macpherson & G.C.B. Poore. 2010. A new classification of the Galatheoidea (Crustacea: Decapoda: Anomura). Zootaxa 2676:57-68.

Baba, K. 2005. Deep-sea Chirostylid and Galatheid crustaceans (Decapoda: Anomura) from the Indo-pacific, with a list of species. Galathea Report 20, 66 p.

Baba, K., E. Macpherson, G.C.B. Poore, S.T. Ahyong, A. Bermúdez, P. Cabezas, C.W. Lin, M. Nizinski, C. Rodrigues & K. Schnabel. 2008. Catalogue of squat lobsters of the world (Crustacea: Decapoda: Anomura — families Chirostylidae, Galatheidae and Kiwaidae). Zootaxa 1905: 1-220.

Bermúdez, A., G.R. Navas & N.H. Campos. 2008. Populationsstruktur und genetische Isolierung von drei Springkrebs-Arten. Der Einfluss der ozeanographischen Merkmale und der geographischen Distanz zwischen den Populationen entlang der karibischen Küste von Kolumbien. VDM Verlag, Saarbrücken. 116 p.

Bernal, G., G. Poveda, P. Roldán & C. Andrade. 2006. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la costa Caribe colombiana. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 30 (115): 195-208.

Blanco, J.P. 1995. Crustáceos de la plataforma y talud continental de la region nororiental de Venezuela recolectados por el B/O "Dr. Fridtjof Nansen" en 1988. II.-Decapoda: Anomura: Galatheoidea. Boletín del Instituto oceanográfico de la Universidad de Oriente 34(1y2):95-107.

Brown, J.H. & M.V. Lomolino. 1998. Biogeography. Sinauer Associates, 2 ed., Massachusetts, 691 p.

Burd, B.J. & R.O. Brinkhurst. 1984. The distribution of the galatheid crab *Munida quadrispina* (Benedict 1902) in relation to oxygen concentrations in British Columbia fjords. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 81:1-20.

Campos, N.H., G.R.Navas, Bermúdez A. & N. Cruz. 2005. Los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300 -500 m) del mar Caribe colombiano. Monografías de Fauna de Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Naturales, Bogotá D.C. 272 p.

CIOH. 1990. Mapa de repartición de facies sedimentarias y perfiles batimétricos escala 1:300000. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas, Cartagena.

Clarke, K.R. & R.N. Gorley. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Primer-e ltd., Plymouth. 190 p.

Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 2001. Change in the marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Primer-e 2 ed., Plymouth. 172 p.

Creasey, S.A., P.T. Rogers, J. Gage & D.J. ollivet. 2000. Genetic and morphometric comparisons of squat lobster, *Munidopsis scobina* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) populations, with notes on the phylogeny of the genus *Munidopsis*. Deep-Sea Research II 47:87-118.

Christiansen, M.E. & K. Anger. 1990. Complete larval development of *Galathea intermedia* Lilljeborg reared in laboratory culture (Anomura: Galatheidae). Journal of Crustacean Biology 10(1):87-111.

Díaz, J.M. & A. Acero 2003. Marine biodiversity in Colombia: Achievements, status of knowledge and challenges. Gayana (Concepción) 67(2):261-274.

Fagetti, E. & I. Campodonico. 1971. Larval development of the red crab *Pleuroncodes monodon* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) under laboratory conditions. Marine Biology 8: 70-81.

Fierro, M. 2004. Estudio de los principales aspectos biológicos y de distribución de las especies dominantes de *Agononida*, *Munida* y *Munidopsis* en el Caribe colombiano (Crustacea: Decapoda: Galatheidae). Tesis Bióloga, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 122 p.

Garm, A. & J.T. Høeg. 2000. Functional mouthpart morphology of the squat lobster *Munida sarsi*, with comparison to other anomurans. Marine Biology 137:123-138.

Gray, S. 1997. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. Biodiversity and Conservation 6:153-175.

Global Mapper Software LLC. 2007. Global Mapper. Disponible para adquisición en http://www.globalmapper.com/.

Gore, H.R. 1979. Larval development of *Galathea rostrata* under laboratory conditions, with a discussion of larval development in the Galatheidae (Crustacea Anomura). Fishery Bulletin 76:781-806.

IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI & IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Bogotá D.C. 276 p.

Konishi, K. & T. Saito. 2000. Larvae of the deep-sea squat lobsters, *Agononida incerta* (Henderson, 1888) and *Munida striola* Macpherson and Baba, 1993 with notes on larval morphology of the family (Crustacea: Anomura: Galatheidae). Zoological Science 17:1021-1029.

Lárez, M.B., J.L. Palazón-Fernández & C.J. Bolaños. 2000. The effect of salinity and temperature on the larval development of *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 (Brachyura: Majidae) reared in the laboratory. Journal of Plankton Research 22(10):1855-1869.

Lemaitre, R. & R. Álvarez-León. 1992. Crustáceos decápodos del Pacífico colombiano: lista de especies y consideraciones zoogeográficas. Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín 21:33-76.

León, R., L.R. Castro y M.Cáceres. 2008. Dispersal of *Munida gregaria* (Decapoda: Galatheidae) larvae in Patagonian channels of southern Chile. ICES Journal of Marine Science 65: 1131–1143.

Lozano-Duque Y., J. Medellín-Mora & G.R. Navas. 2010. Contexto climatológico y oceanográfico del mar Caribe colombiano, p. 53-84. En: Navas G.R., C. Segura-Quintero, M. Garrido-Linares, M. Benavides-Serrato y D. Alonso (eds.), Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano, Serie de publicaciones especiales, Invemar, Santa Marta 20: 1-458.

Marcus, N.H., R.V. Lutz & J.P. Chanton. 1997. Impact of anoxia and sulfide on the viability of eggs of three planktonic copepods. Marine Ecology Progress Series 146: 291-295.

Mayo, B. 1974. The systematics and distribution of the deep-sea genus *Munidopsis* (Crustacea, Galatheidae) in the Western Atlantic Ocean. Tesis Ph.D., Universidad de Miami, Miami. 342 p.

Melo-Filho, G.A.S. 1997. O gênero *Munida* Leach (Crustacea:Decapoda:Galatheidae) no Atlântico e Mediterrâneo: composicâo e biogeografia. Tesis Dr., Universidad de São Paulo, São Paulo. 248 p.

Melo-Filho, G.A.S. & G.A.S. Melo. 1992. Reexamination of the material of *Munida* Leach (Crustacea: Anomura: Galatheidae) collected by the H.M.S. Challenger (1872-1876) along the Brazilian Coast. Proceedings of the Biological Society of Washington 105(4):760-774.

Melo-Filho, G.A.S. & G.A.S. Melo. 2001a. Espécies do gênero *Munida* Leach

(Crustacea, Decapoda, Galatheidae) coletadas entre Torres (Rio Grande do Sul, Brasil) e Maldonado (Uruguai) pelo Programa Rio Grande do Sul (PRS I-II, GEDIP). Revista Brasileira de Zoología 18(4):1177-1196.

Melo-Filho, G.A.S. & G.A.S. Melo. 2001b. Taxonomia e zoogeografia das espécies do género *Munida* Leach, 1820 (Crustacea: Decapoda: Galatheidae) distribuídas ao longo da costa temperada-quente do Atlântico sul ocidental. Tropical Oceanography 29(1):37-59.

Pequegnat, L.H. & Pequegnat W.E. 1970. Deep-sea anomurans of superfamily Galatheoidea with description of three new species. En: Pequegnat W.E. y F.A. Chace (eds), Contributions on the Biology of the Gulf of Mexico: 125-170. Texas A & M University. Houston, Texas.

Reyes, J.O., N.K. Santodomingo, M.A. Gracia, G.H. Borrero-Pérez, G.R. Navas, L.M. Mejía-Ladino, A. Bermúdez & M. Benavides. 2005. Southern Caribbean azooxanthellate coral communities off Colombia. En: A. Freiwald y J.M. Roberts (eds.), Cold-water corals and Ecosystems: 309-330. Springer-Verlag, Berlín Heidelberg.

Rivera, J. & A. Mujica. 2004. Distribución horizontal de larvas de crustáceos decápodos capturadas entre Caldera e isla de Pascua (Pacífico sudoriental), octubre de 1999. Investigaciones Marinas Valparaíso 32(2):37-58.

Romero, M.C., G.A. Lovrich, F. Tapella & S. Thatje. 2004. Feeding ecology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) in the Beagle Channel, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 84:359-365.

Samadi, S., L. Bottan, E. Macpherson, de B.R. Forges & M. C. Boisselier. 2006. Seamount endemism questioned by the geographic distribution and population genetic structure of marine invertebrates. Marine Biology 149:1463-1475.

Samuelsen, T.J. 1972. Larvae of *Munidopsis tridentata* (Esmark) (Decapoda, Anomura) reared in the laboratory. Sarsia 48:91-98.

Tapella F., G.A. Lovrich, M.C. Romero & S. Thatje. 2002. Reproductive biology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) in the Beagle Channel, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 82: 589-595.

Taylor, L.R., I.P. Wordwod & J.N. Perry. 1980. Variance and the large scale spatial stability of aphids, moths and birds. Journal of Animal Ecology 49:831-854.

Torres, G., L. Giménez & K. Anger. 2002. Effects of reduced salinity on the biochemical composition (lipid, protein) of zoea 1 decapod crustacean larvae. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 277:43-60.

Wenner, E.L. 1982. Notes on the distribution and biology of Galatheidae and Chirostylidae (Decapoda: Anomura) from the Middle Atlantic Bight. Journal of Crustacean Biology 2(3):360-377.

Wishner, K., L.Levin, M. Gowing & L. Mullineaux. 1990. Involvement of the oxygen minimum in benthic zonation on a deep seamount. Nature 346:57-59.

Yoshioka, P.M. 2008. Misidentification of the Bray-Curtis similarity index. Marine Ecology Progress Series 368:309-310.

Zainal, K.A.Y., A.C. Taylor & R.J.A. Atkinson. 1992. The effect of temperature and hypoxia on the respiratory physiology of the squat lobsters, *Munida rugosa* and *Munida sarsi* (Anomura, Galatheidae). Comparative Biochemistry and Physiology 101A:557-567.

Recibido: 21/07/2011
Aceptado: 09/05/2012